

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 029 614 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2000 Patentblatt 2000/34

(51) Int Cl.7: **B21H 5/02**

(21) Anmeldenummer: **99124490.6**

(22) Anmeldetag: **08.12.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Rolf, Bernhard**
33428 Harsewinkel (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Weber & Helm
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(30) Priorität: **19.02.1999 DE 29903049 U**
25.06.1999 DE 19929224

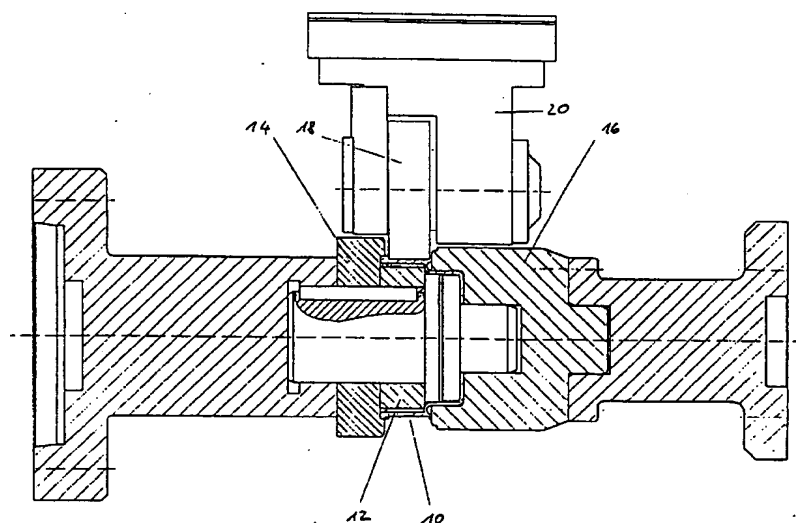
(71) Anmelder: **Leico GmbH & Co.**
Werkzeugmaschinenbau
59229 Ahlen, Westf. (DE)

(54) **Drückwalzvorrichtung und Verfahren zum Umformen eines Werkstückes**

(57) Die Erfindung betrifft eine Drückwalzvorrichtung mit einer um eine Rotationsachse drehbaren Spindel, einem Rotationsantrieb für die Spindel, einem an der Spindel angeordneten Drückfutter (12) zur Aufnahme eines Werkstückes (10) und mindestens einem radial zustellbaren Umformwerkzeug (18), wobei mindestens eine ringförmige Anschlageneinrichtung (14) vorgesehen ist, welche einen Bereich des Drückfutters (12) zur Bildung eines Ringspalt mit radialem Abstand um-

gibt, und der Ringspalt zur Aufnahme eines Abschnittes des Werkstückes (10) ausgebildet ist. Bei einer anderen Ausführung der erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung sind als Umformwerkzeug mindestens zwei Rollkörper vorgesehen, die an mindestens einem Rollkörperhalter drehbar gelagert sind. Es wird ein Verfahren angegeben, mit welchem sich Werkstücke besonders materialschonend auf den erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtungen herstellen lassen.

Fig. 1



EP 1 029 614 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drückwalzvorrichtung mit einer um eine Rotationsachse drehbaren Spindel, einem Rotationsantrieb für die Spindel, einem an der Spindel angeordneten Drückfutter zur Aufnahme eines Werkstückes und mindestens einem radial zustellbaren Umformwerkzeug. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Umformen eines Werkstückes, bei dem das Werkstück auf einem Drückfutter einer Drückwalzvorrichtung mit einer drehbaren Spindel eingespannt wird, die Spindel in Rotation versetzt wird und mindestens ein Umformwerkzeug zugestellt wird.

[0002] Bei der gattungsgemäßen Vorrichtung und bei dem gattungsgemäßen Verfahren treten in der Regel unerwünschte Materialverschiebungen auf. Beim Umformen zylindrischer Werkstücke kommt es teilweise zu deutlich ausgeprägten Materialaufbäumungen, welche während des Umformprozesses durch einen Materialfluß in Umfangsrichtung des Werkstückes bewirkt werden. Diese Materialaufbäumungen entstehen insbesondere beim radialen Einziehen und bei axialer Einspannung des Werkstückes, da der Materialfluß in axialer Richtung etwa durch ein Anschlagelement begrenzt ist. Das Material kann sich somit nur in radialer Richtung oder in Umfangsrichtung ausbreiten.

[0003] Eine Möglichkeit, den Materialaufbäumungen entgegenzuwirken, besteht bei den bekannten Drückwalzmaschinen darin, mehrere Drückwalzen einzusetzen, welche den radial nach außen gerichteten Materialverschiebungen entgegenwirken. Dabei ist jedoch problematisch, daß der Gestaltungsfreiheit aufgrund des begrenzten, für die Umformwerkzeuge zur Verfügung stehenden Raumes enge Grenzen gesetzt sind.

[0004] Der Erfindung liegt somit die **Aufgabe** zugrunde, die gattungsgemäße Technik dahingehend weiterzubilden, daß bei einem einfachen Aufbau ein Umformen und insbesondere ein radiales Einziehen von zylindrischen Werkstücken mit reduzierten Materialaufbäumungen möglich wird.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 11 und 22 gelöst.

[0006] Die Erfindung baut auf der gattungsgemäßen Drückwalzvorrichtung einerseits dadurch auf, daß mindestens eine ringförmige Anschlagvorrichtung vorgesehen ist, welche einen Bereich des Drückfutters zur Bildung eines Ringspaltes mit radialem Abstand umgibt, und daß der Ringspalt zur Aufnahme eines Abschnittes des Werkstückes ausgebildet ist. Auf diese Weise wird eine Materialaufbäumung bei dem Werkstück vermindert. Werden beispielsweise mehrere Walzen zum Umformen des Werkstückes eingesetzt, so verringert die Erfindung eine polygone Ausbildung des Werkstückes zwischen den Walzen. Damit wird die Standzeit des Drückfutters aufgrund der Verminderung von Wechselbelastungen positiv beeinflusst.

[0007] Als besonders vorteilhaft erweist sich die Erfindung, wenn das Drückfutter eine Verzahnung auf-

weist. Besonders in diesem Falle ist es vorteilhaft eine Belastung des Drückfutters und die damit verbundene Gefahr eines baldigen Bruchs der Verzahnung zu vermindern.

5 [0008] Vorzugsweise ist die ringförmige Anschlagvorrichtung als einstückiger Ring mit einem sich in axialer Richtung erstreckenden und in radialer Richtung wirkenden Anschlag ausgebildet. Der Ring begrenzt somit einerseits den axialen Materialfluß, und durch einen Übergriff des Ringes über das Drückfutter wird die erfindungsgemäße Begrenzung einer radialen Materialaufbäumung erreicht.

10 [0009] Vorzugsweise ist eine Andrückscheibe vorgesehen, welche das Werkstück gegen die Anschlagvorrichtung einspannt. Auf diese Weise läßt sich eine ausreichend große Vorspannung des Werkstückes gegen die Anschlagvorrichtung erreichen, so daß ein axialer Materialfluß, insbesondere innerhalb der Werkzeugverzahnung, unterbunden wird.

15 [0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen dem mindestens einen Umformwerkzeug und der ringförmigen Anschlagvorrichtung und/oder zwischen dem mindestens einen Umformwerkzeug und der Andrückscheibe ein Abstand in axialer Richtung vorliegt. Damit wird unter anderem eine "Überfüllung" der Zahnfüllen, welche aus variablen Volumina der Ausgangswerkstücke (Wanddickendifferenzen) resultieren kann, verhindert, denn Material kann geringfügig zwischen den genannten Vorrichtungselementen eindringen. Gleichwohl sollte beim Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung darauf geachtet werden, daß die Ausgangswerkstücke nur geringe Innen- und Außendurchmessertoleranzen aufweisen.

20 [0011] Als besonders vorteilhaft erweist sich die Erfindung, wenn die Verzahnung eine Schrägverzahnung ist. Da insbesondere eine Verformung mit vermindertem axialem Materialfluß stattfinden kann, wird auch bei großen Schrägungswinkeln der Verzahnungen die Belastung auf ein Maß reduziert, welches eine akzeptable Standzeit mit sich bringt.

25 [0012] Es kann auch vorteilhaft sein, wenn die ringförmige Anschlagvorrichtung Spannklaue aufweist. Dies kann es erleichtern, die Anschlagvorrichtung auf dem Werkstück zu platzieren. Eine Spannklaue, d.h. eine in Umfangsrichtung unterbrochene ringförmige Anordnung, kann je nach Einsatz eine ausreichende Begrenzung der Materialaufbäumung bewirken.

30 [0013] Ferner kann vorteilhaft sein, wenn die ringförmige Anschlagvorrichtung axial verschiebbar ist. Auf diese Weise ist die Drückwalzvorrichtung für verschiedene Umformvorgänge variabel einsetzbar. Beispielsweise kann die ringförmige Anschlagvorrichtung mehr oder weniger nah an dem Umformwerkzeug platziert werden, so daß eine Materialaufbäumung im Bereich des Umformwerkzeuges mehr oder weniger verringert werden kann.

35 [0014] In diesem Zusammenhang ist es besonders nützlich, wenn die axiale Verschiebung der ringförmigen

Anschlageinrichtung in Abstimmung mit einer axialen Bewegung des Umformwerkzeuges gesteuert ist. Damit kann die Anschlageinrichtung stets in der Nähe des Umformwerkzeuges angeordnet werden, was unerwünschte Materialaufbäumungen besonders effektiv verringert.

[0015] Auch kann nützlich sein, wenn auf beiden Seiten des Umformwerkzeuges eine ringförmige Anschlageinrichtung vorgesehen ist. Dies bringt eine nochmalige Erhöhung der Effizienz beim Verringern von Materialaufbäumungen mit sich.

[0016] Andererseits ist die gattungsgemäße Drückwalzvorrichtung dadurch weitergebildet, daß als Umformwerkzeug mindestens zwei Rollkörper vorgesehen sind, die an mindestens einem Rollkörperhalter drehbar gelagert sind. Auf diese Weise ist es möglich, gleichzeitig eine größere Anzahl von Rollkörpern zuzustellen, welche das Werkstück gleichzeitig kontaktieren und umformen. Durch die größere Anzahl von Umformkontakten wird die Materialaufbäumung in den Bereichen zwischen den Rollen verringert. Grundsätzlich besteht bei dem radialen Zustellen von Rollkörpern ein Platzproblem, so daß die Anzahl der zuzustellenden Drückrollen begrenzt ist. Die Erfindung hilft dem ab, da eine Zustelleinheit jeweils nicht nur für eine, sondern für mehrere Rollkörper genutzt wird. Somit kann die Anzahl der Rollkörper, die das Werkstück gemeinsam umformen, erhöht werden. Gleichzeitig ist es nicht erforderlich, eine der Rollenzahl entsprechende Zahl von Zustelleinheiten vorzusehen, was erhebliche konstruktive Schwierigkeiten mit sich brächte. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt darin, daß nicht für jeden einzelnen Rollkörper die Zustellung separat gesteuert werden muß.

[0017] Vorzugsweise sind drei oder mehr Rollkörperhalter vorgesehen, die in Umfangsrichtung der Spindel gleichmäßig um die Spindel angeordnet sind. Ein Rollkörperhalter deckt dabei einen Umfangsbereich von 120° bzw. 90° ab. Für Werkstücke mit einem relativ kleinen Durchmesser können auch nur zwei gegenüberliegende Rollkörperhalter eingesetzt werden. Bei kleineren Umformkräften können die Rollkörperhalter auch in einer ungleichmäßigen Anordnung um die Spindel gelagert sein.

[0018] Eine besonders gute Umformung wird dadurch erreicht, daß die Rollkörper an den Rollkörperhaltern in Umfangsrichtung gleichmäßig um die Spindel angeordnet sind. Grundsätzlich gilt, daß die Formgenauigkeit des Endproduktes umso höher ist, je mehr Rollkörper beim Umformen mitwirken.

[0019] Eine besonders große Zahl von Rollkörpern, die das Werkstück gemeinsam kontaktieren, und damit eine besonders effektive Unterdrückung von Materialaufbäumungen läßt sich mit einer Fortbildung der erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung erreichen, bei der die Abstände zwischen den Rollkörpern des Rollkörperhalters geringer als der Durchmesser der Rollkörper sind. Der Abstand kann vorteilhafterweise gegen Null gehen, wobei bei einer axial versetzten Anordnung

der Rollkörper an einem Halter sich diese sogar überlappen können.

[0020] Für einige Anwendungen ist es vorteilhaft, daß an den Rollkörperhaltern mehr als zwei Rollkörper drehbar gelagert sind und daß an dem Rollkörperhalter eine Verstelleinrichtung zum Anpassen der Lage mindestens eines Rollkörpers an den Radius des umzuförmenden Werkstückes vorgesehen ist. Die Verstelleinrichtung umfaßt eine bewegliche Lagerung vorzugsweise des mittleren Rollkörpers und eine Nachstelleinheit. Letztere kann vorzugsweise eine Federmechanik oder ein motorisch angetriebenes Stellorgan aufweisen, um eine gewisse radiale Verstellung des Rollkörpers zu bewirken. Eine Drückwalzvorrichtung mit drei Rollkörperhaltern, die in Umfangsrichtung der Hauptspindel um 120° zueinander versetzt angeordnet sind, hat dann beispielsweise 9 oder 12 Rollkörper.

[0021] Weiter ist erfindungsgemäß bevorzugt, daß die Rollkörper und/oder die Rollkörperhalter mit einem axialen Versatz zueinander angeordnet sind. Die Rollkörper sind mit einem axialen Versatz in einer zur Rotationsachse der Hauptspindel parallelen Axialrichtung zustellbar, wobei die verschiedenen Rollkörper im wesentlichen gleich belastet werden. Die Rollkörper weisen grundsätzlich den gleichen radialen Abstand zur Rotationsachse auf. In einigen Fällen kann auch ein geringfügiger radialer Versatz bestehen, wobei gezielt beim Drückwalzen Stichabnahmen oder Dickenänderungen des Werkstücks eingestellt werden können.

[0022] Die erfindungsgemäße Drückwalzvorrichtung ist insbesondere für ein radiales Einziehen zylindrischer Werkstücke auf verzahnte Drückdome geeignet. Es kann aber davor keine axiale Relativbewegung der Drückrollen zu einem Werkstück erfolgen, welches auf ein Drückfutter gespannt ist. Dies kann bei axial nicht verstellbarer Hauptspindel durch eine axiale Verstellung der Drückrollen erfolgen. Alternativ kann mit einer axial verstellbaren Hauptspindel das Werkstück relativ gegen die Drückrollen verfahren werden.

[0023] Für eine exakte Zustellung bei hohen Umformkräften bei einer erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung sind Hydraulikzylinder oder Kugelumlaufspindeln zum Antrieb der Rollkörperhalter in der radialen und/oder axialen Richtung vorgesehen.

[0024] Besonders bevorzugt ist es weiterhin, die erfindungsgemäße Drückwalzvorrichtung so auszugestalten, daß die Rollkörper als Drückrollen ausgebildet sind, welche jeweils in den Rollkörperhaltern mittels einer Wälz- oder Gleitlagereinrichtung drehbar gelagert sind. Die Drückrollen sind entweder an drehbar gelagerten Wellen befestigt oder direkt an einer Achse drehbar gelagert, wobei eine nahezu beliebige Formen an Drückrollen einsetzbar sind.

[0025] Nach der Erfindung wird eine besonders kompakte und einfach aufgebaute Drückwalzvorrichtung dadurch erreicht, daß die Rollkörper als massive Wälzelemente ausgebildet sind, welche zur drehbaren Lagerung der Wälzelemente in Ausnahmen der Rollkörper

perhalter eingelegt sind. Die Halter weisen Ringsegmente auf, in denen in der Art eines Käfigs die Wälzelemente eingelegt und drehbar gehalten sind.

[0026] Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform außerdem, daß der konstruktive Aufwand für Achsen oder Wellen und die entsprechenden Lagereinrichtungen entfallen und hierfür auch kein Platz benötigt wird. Bevorzugte Fortbildungen der zuletzt beschriebenen erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung bestehen darin, daß die Wälzelemente in Zylinder-, Kegel- oder Kugelform ausgebildet sind.

[0027] Für das Einformen einer speziellen Werkstückkontur ist es zweckmäßig, daß zum Einformen eines Profils die Rollkörper ein Außenprofil aufweisen. Beispielsweise kann durch geeignete Profilierung der Rollkörper in das Werkstück in Umfangsrichtung ein Außenprofil, bestehend etwa aus Nuten oder Erhebungen, eingearbeitet werden. In ähnlicher Weise ist aber auch die Einformung eines Außenprofils in axialer Richtung des Werkstückes, etwa eine Verzahnung, im Prinzip denkbar, wobei eine entsprechende Synchronisation der Rollkörper und der Hauptspindel vorzusehen ist.

[0028] Die Erfindung baut auf dem gattungsgemäßen Verfahren dadurch auf, daß ein Bereich des Werkstückes am Drückfutter von mindestens einer ringförmigen Anschlagereinrichtung radial umgeben wird und daß die ringförmige Anschlagereinrichtung beim Umformen eine Materialverschiebung in radialer Richtung begrenzt. Auf diese Weise gelingt es, Materialaufbäumungen, welche während des Umformprozesses auftreten, stark zu verringern.

[0029] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Werkstück zwischen der Anschlagereinrichtung und einer Andrückscheibe eingespannt wird. Auf diese Weise wird ein axialer Materialfluß unterbunden.

[0030] Dies ist vor allem dann nützlich, wenn in das Werkstück eine Innenverzahnung, insbesondere eine Innen-Schrägverzahnung, eingeformt wird. Die Vermeidung eines axialen Materialflusses innerhalb der Werkzeugverzahnung durch eine entsprechend hohe Vorspannung der Andrückscheibe vermindert die Werkzeugbelastung und erhöht demzufolge dessen Standzeit. Die Verminderung von Materialaufbäumungen in radialer Richtung verringert die Wechselbelastung des Drückfutters und insbesondere der Verzahnung, so daß auch aus diesem Grund die Werkzeugstandzeit erhöht wird.

[0031] Vorzugsweise wird durch die Andrückscheibe ein sich in radialer Richtung erstreckender Werkstückbereich geformt. Die Andrückscheibe erfüllt somit zum einen die Aufgabe, eine ausreichende Vorspannung in axialer Richtung zu erzeugen, zum anderen hat sie eine formgebende Aufgabe.

[0032] In diesem Zusammenhang ist es besonders vorteilhaft, wenn die Innenverzahnung bis zu dem sich in radialer Richtung erstreckenden Werkstückbereich eingeformt wird. Man erhält so z.B. ein topfförmiges Werkstück, wobei eine Innenverzahnung bis zum Bo-

den des Topfes vorliegt, d.h. in einem an sich schwer zugänglichen Bereich.

[0033] Besonders bevorzugt ist es, wenn die ringförmige Anschlagereinrichtung, die Andrückscheibe und das Umformwerkzeug so positioniert werden, daß zwischen dem Umformwerkzeug und der ringförmigen Anschlagereinrichtung und/oder zwischen dem Umformwerkzeug und der Andrückscheibe ein Abstand in axialer Richtung vorliegt. Auf diese Weise wird eine "Überfüllung" der Zahnücken verhindert. Diese kann im allgemeinen daraus resultieren, daß die Ausgangswerkstücke Differenzen in ihrer Wanddicke aufweisen. Durch die angegebenen Merkmale kann nun Material zwischen den einzelnen Werkzeugkomponenten in radialer Richtung fließen, so daß Wanddickendifferenzen ausgeglichen werden.

[0034] Vorzugsweise wird während des Verfahrens die Rotationsrichtung der Spindel gewechselt. Auch diese Maßnahme unterstützt die kontinuierliche Füllung der Zahnücken über die gesamte Länge, so daß die Werkzeugzähne in einem erheblichen Maße von Biegebeanspruchungen entlastet werden.

[0035] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß die Ausbildung sich in radialer Richtung erstreckender Materialaufbäumungen in wirkungsvoller Weise verhindert werden kann. Einerseits ist es möglich, den Materialfluß in radialer Richtung durch eine ringförmige Anschlagereinrichtung zu begrenzen, andererseits wird die Aufbäumung durch eine Bestückung eines Rollkörperhalters mit mindestens zwei Rollkörpern herabgesetzt. Dabei ist zu bemerken, daß die gleichzeitige Verwirklichung beider erfindungsgemäßen Maßnahmen ebenfalls besonders vorteilhaft sein kann.

[0036] Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführung einer erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung in einer teilweise geschnittenen Ansicht;

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus Fig. 1;

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführung einer erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung in axialer Richtung;

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt aus der zweiten Ausführung der Drückwalzvorrichtung in einer teilweise geschnittenen Ansicht.

[0037] In Fig. 1 ist eine Drückwalzvorrichtung dargestellt. Ein Werkstück 10 ist auf einem Drückfutter 12 in die Drückwalzvorrichtung eingespannt. Auf einer Seite wird das Werkstück 10 von einer Anschlagereinrichtung 14 gehalten. Auf der anderen Seite sorgt eine Andrückscheibe 16 für einen sicheren Halt des Werkstückes 12

und eine hinreichend große Vorspannung in axialer Richtung. Ein Umformwerkzeug 18, welches im vorliegenden Fall ein von einem Rollkörperhalter 20 gehaltenen Rollkörper ist, ist zugestellt.

[0038] In Fig. 2 sind die Einzelheiten des Umformvorganges besser zu erkennen. Wiederum sind das Werkstück 10, das Drückfutter 12, die ringförmige Anschlag-einrichtung 14, die Andrückscheibe 16 sowie die Drück-rolle 18 zu erkennen. Das Drückfutter 12 ist mit einer Außenverzahnung 22 versehen, so daß in das Werkstück 10 eine Innenverzahnung, insbesondere eine Innen-Schrägverzahnung, eingeformt wird. Die ursprüngliche radiale Ausdehnung des Werkstückes 10 ist durch die Linie 24 dargestellt. Die Drückrolle 18 ist somit bereits in den ursprünglichen Bereich des Werkstückes 10 vorgedrungen; mit anderen Worten, es ist ein Zustand während des Drückwalzvorganges zu erkennen. Das Werkstück 10 ist auf beiden Seiten an einer axialen Materialausdehnung gehindert. Auf der einen Seite erfolgt dies durch die ringförmige Anschlag-einrichtung 14; auf der anderen Seite ist die Andrückscheibe 16 für den sicheren Halt und die axiale Begrenzung der Materialverschiebung verantwortlich.

[0039] Bei der Anschlag-einrichtung 14 ist eine erfindungsgemäße Besonderheit zu erkennen. Die Anschlag-einrichtung 14 weist einen sich in axialer Richtung erstreckenden Übergriff auf, welcher in radialer Richtung als Anschlag 26 wirkt, so daß ein Aufbäumen von Material während des Drückwalzvorganges verringert wird.

[0040] Die Andrückscheibe 16 ist bezüglich den anderen Werkzeugkomponenten und dem Werkstück 10 so angeordnet, daß ein sich in radialer Richtung erstreckender Bereich 28 gebildet wird. Auf diese Weise ist es möglich, daß sich die durch die Außenverzahnung 22 des Drückfutters 12 geformte Innenverzahnung des Werkstückes 10 bis zu dem radialen den Bereich 28 erstreckt. Beim fertigen Werkstück 10 liegt somit eine Innenverzahnung bis zum Boden vor.

[0041] Sowohl die Anschlag-einrichtung 14 als auch die Andrückscheibe 16 sind mit einem axialen Abstand von der Drückrolle 18 angeordnet. Dies ermöglicht es, daß sich auf beiden Seiten der Drückrolle ein Materialüberschuß 30 radial nach außen verschieben kann. Dies ist insbesondere dann nützlich, wenn das Ausgangswerkstück Toleranzen im Hinblick auf seine Wanddicke aufweist.

[0042] Die erfindungsgemäße Drückwalzvorrichtung schont die Werkzeugkomponenten und insbesondere das verzahnte Drückfutter 12 auf mehrere Weisen. Zum einen wird durch den sich in axialer Richtung erstreckenden Übergriff 26 eine Materialaufbäumung vermindert. Dies setzt die Wechselbeanspruchung des Drückfutters 12 herab und erhöht somit die Werkzeugstandzeit. Die Möglichkeit, daß sich Material nach außen verschieben kann, was durch die Lücken zwischen der ringförmigen Anschlag-einrichtung 14 und dem Umformwerkzeug 18 einerseits sowie der Andrückscheibe 16

und dem Umformwerkzeug 18 andererseits bewirkt wird, setzt ebenfalls die Beanspruchung der Verzahnung 22 des Drückfutters 12 herab.

[0043] Das in Figur 3 in Teilansicht dargestellte Beispiel einer zweiten Ausführung der erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung umfaßt drei Rollkörperhalter 120, an denen jeweils zwei Drückrollen als Rollkörper 118 drehbar gelagert sind. Die Rollkörper 118 formen gemeinsam ein Werkstück 110 um, welches auf einem Drückfutter oder einem Werkzeugdorn eingespannt ist. Die Rollkörper 118 sind unter Deckplatten 132 angeordnet, welche über Verbindungsschrauben 134 lösbar mit den Rollkörperhaltern 120 verbunden sind. Über eine Öffnung 136 in den Deckplatten 132 kann ein Schmiermittel in die Lagerung der Drückrollen 118 eingebracht werden. Die Rollkörperhalter 120 sind durch Schraubverbindungen 138 an entsprechenden (hier nicht gezeigten) Zustelleinheiten befestigt.

[0044] Bei der in Fig. 3 in Teilansicht abgebildeten Ausführungsform sind die Rollkörper 118 nahezu ohne Abstand zueinander auf den Rollkörperhaltern 120 angeordnet. Dies und die gleichmäßige Anordnung der Rollkörper 118 um die Spindel führt zu einer besonders guten Unterdrückung von Materialaufbäumungen an dem Werkstück 110. Gleichzeitig ist mit drei Rollkörperhaltern 120 eine hohe Flexibilität im Hinblick auf eine Zustellung der Rollkörper 118 mit einem radialen und/oder axialen Versatz gegeben.

[0045] In Figur 4 ist ein Querschnitt einer erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung im Umformbetrieb gezeigt, bei der in ein topfförmiges Werkstück 210 eine Innenverzahnung eingeformt wird.

[0046] Ein Werkzeugdorn 212 ist auf einer Spindel 242 angeordnet, welche um eine Rotationsachse 244 rotierbar ist. Zwischen einem Drückfutter 212 und einem Andrückelement 246, welches seinerseits an einem Andrückhalter 248 befestigt ist, wird das Werkstück 210 eingespannt.

[0047] Mehrere als Drückrollen ausgebildete Rollkörper 218, von denen aus darstellungstechnischen Gründen hier lediglich zwei sichtbar sind, kontaktieren gleichzeitig das Werkstück 210. Die Rollkörper 218 sind jeweils über eine Welle 250 an einem (hier nicht gezeigten) Rollkörperhalter drehbar gelagert.

[0048] Die Anformung der Innenverzahnung geschieht hier durch die Methode des radialen Einziehens, die auch in der deutschen Offenlegungsschrift DE-A-196 36 557 beschrieben ist. Hierbei wird das Werkstück 210 in eine auf der Außenseite des Drückfutters 212 angeordnete Außenverzahnung 222 hineingedrückt. Der Materialfluß in axialer Richtung wird durch ein Anschlag-element 252 begrenzt, welches am Drückfutter 212 angeordnet ist. Ein freier Rand 254 des Werkstückes 210 wird bewußt nicht eingezogen, um eine Randversteifung zu bilden, welche einem unerwünschten radialen Aufbiegen des Randes entgegenwirkt.

[0049] Die in Figur 3 und Figur 4 dargestellte erfindungsgemäße Drückwalzvorrichtung ist insbesondere

für die Herstellung von Werkstücken 110, 210 mit einer Innenverzahnung vorteilhaft. Bei der Umformung des Werkstückes 110, 210 durch sogenanntes Einziehen oder "partielles Einziehen" soll im wesentlichen nur ein Materialfluß des Werkstückes 110, 210 in radialer Richtung auftreten. Für die genannten Umformprozesse ist die Unterdrückung eines Materialflusses in einer Umfangsrichtung des Werkstückes 110, 210 und damit von Materialaufbäumungen besonders wichtig. Mit der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung wird die Unterdrückung der Materialaufbäumungen in besonders hohem Maß erreicht.

[0050] Besonders ist zu betonen, daß die erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drückwalzvorrichtung gemäß den Figuren 1 und 2 auch vorteilhaft mit der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemäß den Figuren 3 und 4 kombinierbar ist. Durch die Bereitstellung sowohl einer ringförmigen Anschlageinrichtung 14 und die gleichzeitige konstruktive Lösung, mindestens zwei Rollkörper 118, 218 in einem Rollkörperhalter 120 zu lagern, wird nochmals eine weitere Verminderung der Materialaufbäumung stattfinden und somit ein noch schonender Prozeß für die beteiligten Werkzeulemente vorliegen.

[0051] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Drückwalzvorrichtung mit

- einer um eine Rotationsachse drehbaren Spindel,
- einem Rotationsantrieb für die Spindel,
- einem an der Spindel angeordneten Drückfutter (12) zur Aufnahme eines Werkstückes (10) und
- mindestens einem radial zustellbaren Umformwerkzeug (18),

dadurch **gekennzeichnet**,

- daß mindestens eine ringförmige Anschlageinrichtung (14) vorgesehen ist, welche einen Bereich des Drückfutters (12) zur Bildung eines Ringspaltes mit radialem Abstand umgibt, und
- daß der Ringspalt zur Aufnahme eines Abschnittes des Werkstückes (10) gebildet ist.

2. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Drückfutter (12) eine Verzahnung aufweist.

3. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die ringförmige Anschlageinrichtung (14) als einstückiger Ring mit einem sich in axialer Richtung erstreckenden und in radialer Richtung wirkenden Anschlag (26) ausgebildet ist.

4. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**,
daß eine Andrückscheibe (16) vorgesehen ist, welche das Werkstück (10) gegen die Anschlageinrichtung (14) einspannt.

5. Drückwalzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß zwischen dem mindestens einen Umformwerkzeug (18) und der ringförmigen Anschlageinrichtung (14) und/oder zwischen dem mindestens einen Umformwerkzeug (18) und der Andrückscheibe (16) ein Abstand in axialer Richtung vorliegt.

6. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Verzahnung eine Schrägverzahnung ist.

7. Drückwalzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die ringförmige Anschlageinrichtung (14) Spannklaue aufweist.

8. Drückwalzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die ringförmige Anschlageinrichtung (14) axial verschiebbar ist.

9. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die axiale Verschiebung der ringförmigen Anschlageinrichtung (14) in Abstimmung mit einer axialen Bewegung des Umformwerkzeuges (18) gesteuert ist.

10. Drückwalzvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß auf beiden Seiten des Umformwerkzeuges (18) eine ringförmige Anschlageinrichtung (14) vorgesehen ist.

11. Drückwalzvorrichtung, insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit

- einer um eine Rotationsachse (244) drehbaren Spindel (242),

- einem Rotationsantrieb für die Spindel (242),
 - einem an der Spindel (242) angeordneten Drückfutter (212) zur Aufnahme eines Werkstückes (110; 210) und
 - mindestens einem radial zustellbaren Umformwerkzeug, 5
- dadurch **gekennzeichnet**,
daß als Umformwerkzeug mindestens zwei Rollkörper (118; 218) vorgesehen sind, die an mindestens einem Rollkörperhalter (120) drehbar gelagert sind. 10
12. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**,
daß drei oder mehr Rollkörperhalter (120) vorgesehen sind, die in Umfangsrichtung der Spindel (242) gleichmäßig um die Spindel (242) angeordnet sind. 15
13. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Rollkörper (118; 218) an den Rollkörperhaltern (120) in Umfangsrichtung gleichmäßig um die Spindel (242) angeordnet sind. 20
14. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Abstände zwischen den Rollkörpern (118; 218) des Rollkörperhalters (120) geringer als der Durchmesser der Rollkörper (118; 218) sind. 25 30
15. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**,
daß an den Rollkörperhaltern (120) jeweils mehr als zwei Rollkörper (118; 218) drehbar gelagert sind und daß an dem Rollkörperhalter (120) eine Verstelleinrichtung zum Anpassen der Lage mindestens eines Rollkörpers (118; 218) an den Radius des umzuformenden Werkstückes (10) vorgesehen ist. 35 40
16. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Rollkörper (118; 218) und/oder die Rollkörperhalter (120) mit einem axialen Versatz zueinander angeordnet sind. 45
17. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**,
daß Hydraulikzylinder oder Kugelumlaufspindeln zum Antrieb der Rollkörperhalter (120) in der radialen und/ oder axialen Richtung vorgesehen sind. 50 55
18. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17,
- dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Rollkörper (118; 218) als Drückrollen (118; 218) ausgebildet sind, welche jeweils in den Rollkörperhaltern (120) mittels einer Wälz- oder Gleitlagereinrichtung drehbar gelagert sind.
19. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Rollkörper (118; 218) als massive Wälzelemente ausgebildet sind, welche zur drehbaren Lagerung der Wälzelemente in Ausnehmungen der Rollkörperhalter (120) eingelegt sind.
20. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Wälzelemente in Zylinder-, Kegel- oder Kugelform ausgebildet sind.
21. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch **gekennzeichnet**,
daß zum Einformen eines Profiles die Rollkörper (118; 218) ein Außenprofil aufweisen.
22. Verfahren zum Umformen eines Werkstückes, bei dem
- das Werkstück (10) auf einem Drückfutter (12) einer Drückwalzvorrichtung mit einer drehbaren Spindel eingespannt wird,
 - die Spindel in Rotation versetzt wird und
 - mindestens ein Umformwerkzeug (18) zuge stellt wird,
- dadurch **gekennzeichnet**,
- daß ein Bereich des Werkstückes (10) am Drückfutter (12) von mindestens einer ringförmigen Anschlagereinrichtung radial umgeben wird und
 - daß die ringförmige Anschlagereinrichtung (14) beim Umformen eine Materialverschiebung in radialer Richtung begrenzt.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Werkstück (10) zwischen der Anschlagereinrichtung (14) und einer Andrückscheibe (16) eingespannt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch **gekennzeichnet**,
daß in das Werkstück eine Innenverzahnung, insbesondere eine Innen-Schrägverzahnung, eingeformt wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24,

dadurch **gekennzeichnet**,
daß durch die Andrückscheibe (16) ein sich in radialer Richtung erstreckender Werkstückbereich (28) geformt wird.

5

26. Verfahren nach Anspruch 25,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Innenverzahnung bis zu dem sich in radialer Richtung erstreckenden Werkstückbereich (28) eingeformt wird.

10

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 26,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die ringförmige Anschlagvorrichtung (14), die Andrückscheibe (16) und das Umformwerkzeug (18) so positioniert werden, daß zwischen dem Umformwerkzeug (18) und der ringförmigen Anschlagvorrichtung (14) und/oder zwischen dem Umformwerkzeug (18) und der Andrückscheibe (16) ein Abstand in axialer Richtung vorliegt.

15

20

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Rotationsrichtung der Spindel gewechselt wird.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

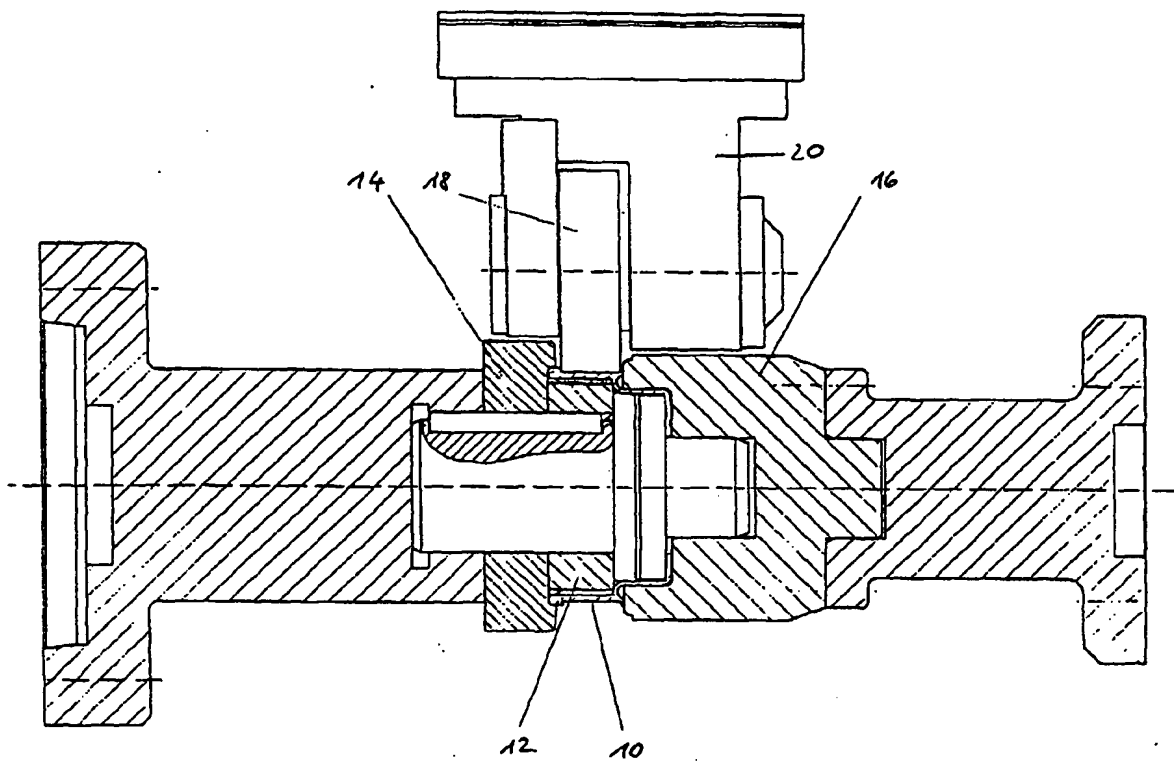


Fig. 2

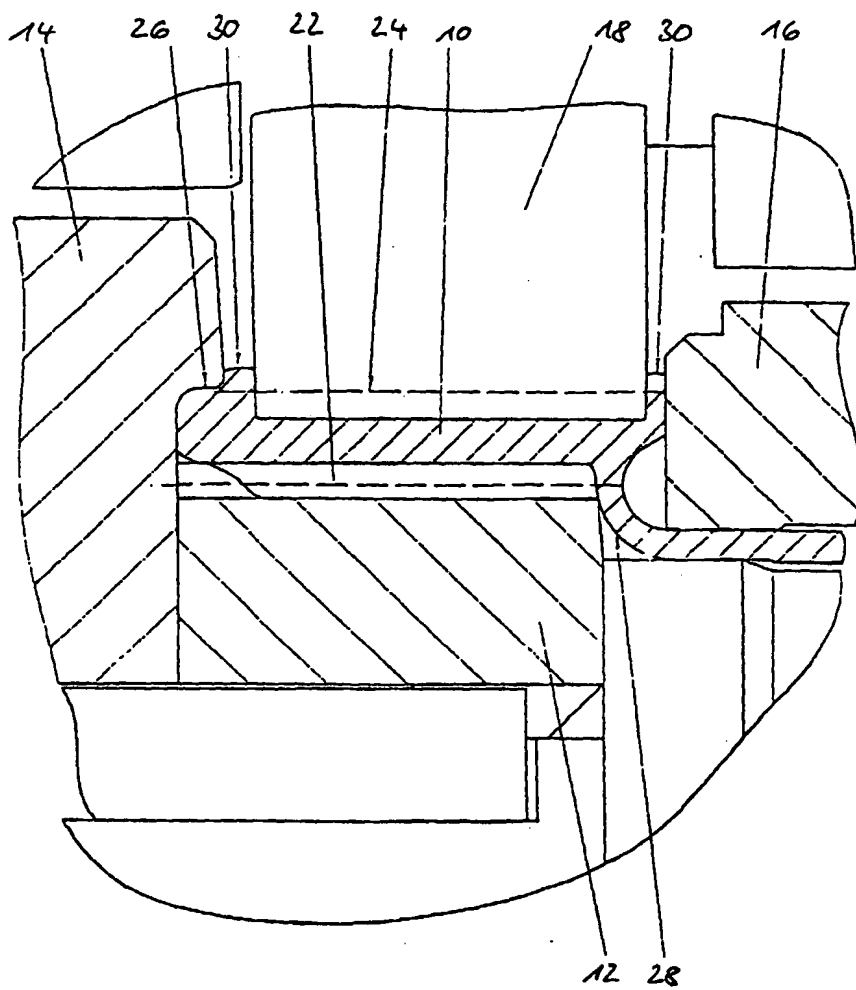


Fig. 3

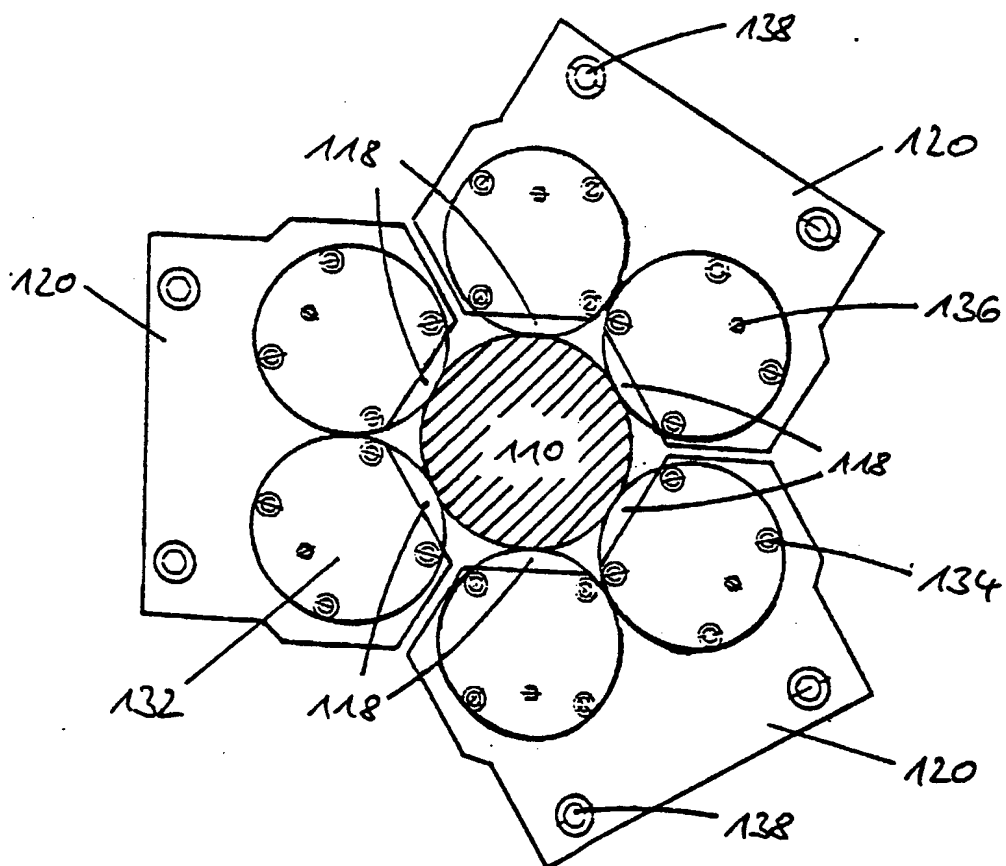
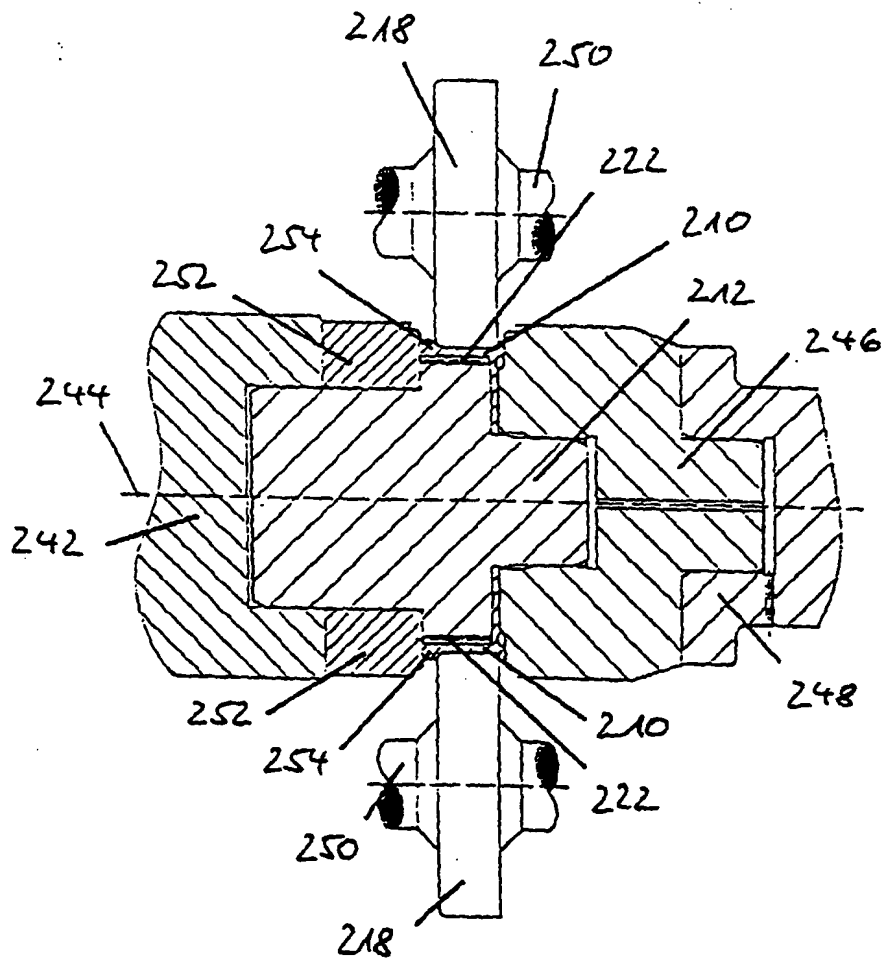


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.